

# Использование ресурсов инфекционного коечного фонда в период эпидемии COVID-19 в зависимости от характеристик пациентов

В.Я. Киселевская-Бабина , К.А. Попугаев, В.А. Молодов, И.В. Киселевская-Бабина

Лаборатория автоматизированной системы управления лечебно-диагностическим процессом

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»

Российская Федерация, 129090, Москва, Б. Сухаревская пл., д. 3

✉ **Контактная информация:** Киселевская-Бабина Виктория Ярославовна, младший научный сотрудник лаборатории АСУ ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ». Email: kiselevskayavy@sklif.mos.ru

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Изучение использования инфекционного коечного фонда и характеристик инфекционных пациентов в период пандемии COVID-19 позволяет предложить стратегии эффективного управления при возможных будущих эпидемиях.

## ЦЕЛЬ

Анализ использования инфекционного коечного фонда НИИ СП им. Н.В. Склифосовского и характеристик госпитализированных пациентов с COVID-19 для определения факторов, имеющих значение для улучшения оказания медицинской помощи.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Были использованы данные 3365 пациентов, пролеченных в Институте с марта 2020 года по июнь 2021 года. Из них мужчин 1778, медиана возраста 62, средний койко-день 11,2; летальность составила 17,8%, пролечено на неинвазивной вентиляции легких 21,5%, на инвазивной – 16%. Для сравнения групп пациентов по различным характеристикам мы использовали критерии Фишера и Пирсона. Длительность пребывания проверялась на экспоненциальное распределение критерием согласия Пирсона. Индекс коморбидности вычислялся при помощи алгоритма Чарлсон. Графики выживаемости были получены методом Каплана–Мейера. Для всех расчетов использовалась свободная программная среда вычислений R. Уровень значимости критериев был выбран <0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Периоды роста и спада госпитализаций совпадают с ростом и снижением выявления заболеваемости COVID-19 в Москве. Реанимационное обслуживание пациентов с COVID-19 составило 96%, повторные госпитализации в реанимацию – 37%. Эффективное соотношение реанимационного и госпитального коечного фонда было определено на уровне выше, чем 2/1. Повышение реанимационной обеспеченности позволяет избежать перегруза при увеличении количества пролеченных. При поступлении пациента в удовлетворительном состоянии летальность практически равняется нулю, в то время как при увеличении тяжести летальность достигает 30–100%. Летальность пациентов, пролеченных с оказанием респираторной поддержки, в 7–40 раз выше, чем у пациентов с сохранением самостоятельного дыхания. Высокие значения индекса коморбидности Чарлсон соответствуют повышенным рискам тяжелого течения и смертельного исхода для пациентов.

## ВЫВОДЫ

При оказании медицинской помощи в период роста числа случаев инфекционного заболевания первоочередное значение имеет количество развернутых реанимационных коек. Для определения размеров коечного фонда возможно использовать легкодоступные оценки доли населения, находящегося в зоне риска неблагоприятного исхода при инфекционном заболевании, основанные на значении индекса коморбидности.

## Ключевые слова:

COVID-19, инфекционный коечный фонд, реанимационный коечный фонд, респираторная поддержка, индекс коморбидности Чарлсон

## Ссылка для цитирования

Киселевская-Бабина В.Я., Попугаев К.А., Молодов В.А., Киселевская-Бабина И.В. Использование ресурсов инфекционного коечного фонда в период эпидемии COVID-19 в зависимости от характеристик пациентов. *Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь*. 2023;12(3):481–488. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-3-481-488>

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

ИВЛ — искусственная вентиляция легких

НИВЛ — неинвазивная искусственная вентиляция легких

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение новой коронавирусной инфекции *COVID-19* и ее влияния на демографию и работу медицинских учреждений является актуальной темой на сегодняшний момент. Высокая трансмиссивность заболевания приводит к быстрому заражению большого количества человек. В 14% случаев заболевшие нуждаются в госпитализации из-за развития пневмонии и полиорганной недостаточности [1]. При этом у пациента снижается содержание кислорода в крови, и для дальнейшего поддержания жизни в особо тяжелых случаях пациентам требуется респираторная поддержка в инфекционных стационарах, которая включает в себя инвазивную или неинвазивную искусственную вентиляцию легких (ИВЛ/НИВЛ) [2]. Таким образом, в период роста заболеваемости инфекционный коечный фонд испытывает серьезные нагрузки. В начале пандемии *COVID-19* исследования показывали, что имеющихся в стационарах реанимационных ресурсов не хватает для полноценного обслуживания постоянно увеличивающегося потока пациентов [3].

Также одной из проблем является выбор тактики лечения при поступлении пациента в медицинское учреждение. Этому посвящены публикации, разрабатывающие практические рекомендации [4, 5] и изучающие возможность предотвращения неблагоприятных исходов при помощи раннего лечения *COVID-19* [6, 7]. Поскольку тяжелые случаи *COVID-19* характеризуются резким нарастанием дыхательной недостаточности, чем раньше пациент с потенциально тяжелым течением *COVID-19* обращается в стационар, тем больше у него шансов на полное выздоровление [8]. Основные исследования посвящены разработке наилучшего способа лечения *COVID-19* на наиболее ранней стадии [7, 9, 10]. Таким образом, с одной стороны, при эпидемии инфекционного заболевания наблюдается перегруженность коечного фонда, с другой — необходимо госпитализировать больных с тяжелыми случаями течения заболевания как можно скорее.

Актуальность темы оптимизации использования инфекционного коечного фонда в период эпидемии обосновывается тем, что количество коечных ресурсов должно соответствовать прогнозируемым тяжелым случаям, а возможная тяжесть должна определяться на самых ранних этапах заражения, еще до возникновения симптомов. Пандемия *COVID-19* является образцом инфекции, при которой изучение использования коечного фонда может стать примером на будущее.

ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ» был выбран Департаментом здравоохранения города Москвы в качестве одного из первых стационаров для организации лечения пациентов с *COVID-19*, в том числе в связи с наличием большого реанимационного коечного фонда и обширного опыта в области оказания экстренной медицинской помощи. В связи с отсутствием в Институте подразделений инфекционного профиля было принято решение о репрофилировании отдельно стоящих кардиологического и кардиохирургического корпусов в инфекционные [11]. Однако в связи с изменением динамики *COVID-19* по Москве количество инфекционных ресурсов также менялось, что представляет интерес для изучения.

Быстрое и эффективное предсказание тяжести *COVID-19* для пациента может основываться на характеристиках из анамнеза, таких как пол, возраст и имеющиеся коморбидные заболевания. Исследования

показывают, что тяжелые случаи как правило характерны для мужского пола, старшего возраста и ряда сопутствующих заболеваний [12, 13]. Эти характеристики входят в индекс коморбидности, использующийся для предсказания выживаемости человека на некоторый период времени вперед [14]. Поэтому изучение связи успешности лечения *COVID-19* и индекса коморбидности поможет определить долю населения, имеющую высокую вероятность госпитализации.

**Цель исследования:** анализ использования инфекционного коечного фонда НИИ СП им. Н.В. Склифосовского и характеристик госпитализированных пациентов с *COVID-19* для определения факторов, имеющих значение для улучшения оказания медицинской помощи.

**Задачи исследования:**

1. Изучить характеристики неравномерной по времени загрузки инфекционного коечного фонда в период пандемии *COVID-19*.
2. Определить момент изменения инфекционного коечного фонда, позволяющий избежать его перегруза, особенно реанимационных отделений.
3. Оценить влияние состояния пациента при поступлении на исход лечения *COVID-19*.
4. Оценить взаимосвязь тяжести течения *COVID-19* и использования методов респираторной поддержки.
5. Выделить основные характеристики пациентов, влияющие на исход заболевания при *COVID-19*.
6. Оценить возможность применения индекса коморбидности Чарлсон при прогнозировании тяжести *COVID-19* у пациента.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В настоящей работе используются данные 3365 пациентов, пролеченных в Институте с марта 2020 года по июнь 2021 года. Из них мужчин 1778, медиана возраста 62, средний койко-день 11,2; летальность составила 17,8%, пролечено на неинвазивной вентиляции легких 21,5%, на инвазивной — 16%. Для сравнения групп пациентов по категориальным характеристикам мы использовали критерии Фишера и Пирсона, по непрерывным характеристикам — критерий Манна–Уитни. Длительность пребывания проверялась на экспоненциальное распределение критерием согласия Пирсона. Индекс коморбидности вычислялся при помощи алгоритма Чарлсон. Графики выживаемости были получены методом Каплана–Мейера. Для всех расчетов использовалась свободная программная среда вычислений *R*. Критерий считался статистически значимым, если *p-value* был менее 0,05.

Для изучения влияния коморбидности на *COVID-19* мы вычислили для каждого пациента индекс коморбидности при помощи алгоритма Чарлсон [14]. Индекс вычисляется как сумма баллов за наличествующие на данный момент у пациента хронические заболевания. Чем хуже хроническое заболевание влияет на продолжительность жизни, тем больший балл оно вносит в общую сумму. Кроме того, к индексу прибавляется по одному баллу за каждые 10 лет возраста после 40 лет. Чем выше итоговая сумма индекса, тем меньше у пациента шансов выжить в течение последующих 10 лет.

Работа была выполнена в два этапа. На первом этапе мы оценивали использование инфекционного коечного фонда с выделением важных моментов,

позволяющих предотвратить его перегруженность. На втором этапе изучали характеристики пациентов при поступлении, которые влияли на состояние пациентов с COVID-19, в частности, на исход заболевания и применение различных методов респираторной поддержки.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

**1. РЕОРГАНИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОЕЧНОГО ФОНДА**

Институт начал оказывать помощь в борьбе с COVID-19 с 20 марта 2020 года. В связи с этим кардинально изменился не только состав коечного фонда и лечебного персонала, но и потоки поступления пациентов, порядок оказания помощи населению. В марте 2020 года были закрыты кардиологическое отделение на 40 коек и отделение кардиореанимации на 8 коек, два кардиохирургических отделения уменьшены на 30 коек. Это позволило открыть инфекционное отделение на 80 коек и два реанимационных на 10 и 12 коек. Однако первичные меры не оправдались на фоне увеличивающегося потока инфекционных пациентов и изменения предполагаемого способа их лечения. В дальнейшем инфекционный коечный фонд был изменен еще восемь раз. Динамика изменения коечного фонда и его загрузка на фоне поступлений в Институт пациентов с COVID-19 показана на рис. 1.

При обнаружении COVID-19 для динамического наблюдения течения болезни пациентов помещали на реанимационные койки вне зависимости от тяжести состояния. Если состояние пациента не ухудшалось в течение 1–2 дней, его переводили из реанимации в инфекционное отделение. За счет этого из 3365 пациентов с COVID-19 3230 пациентов было пролечено в реанимации, реанимационное обслуживание пациентов с COVID-19 составило 96%. 1192 пациентам потребовалась повторная госпитализация из клинического отделения в реанимацию в связи с ухудшением состояния (37%).

Максимальное число поступивших зафиксировано в начале приема инфицированных пациентов: 21 и 23 марта госпитализировали по 36 человек в день. Минимальное количество поступлений (0–4 человека в день) отмечено с 24 марта по 2 апреля 2020 года, так как до 24 марта на 102 инфекционные койки (22 реанимационных и 80 госпитальных) уже было госпитализировано 108 человек. Медиана числа поступлений в день составила 10 человек, первая квартиль — 5 человек, третья квартиль — 14 человек за исследуемый период.

С марта по сентябрь 2020 года госпитализировали в среднем по 5 человек в день, далее с сентября по июль 2020 года – в среднем по 13 человек в день (в 2,6 раза

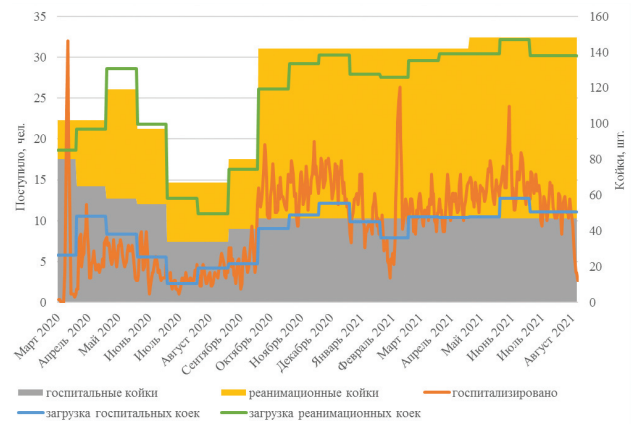


Рис. 1. Динамика изменения коечного фонда инфекционных отделений и загрузки инфекционных отделений в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского с марта 2020 года по август 2021 года и госпитализация пациентов с COVID-19  
Fig. 1. Dynamics of changes in the bed capacity of infectious diseases departments at the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine from March 2020 to August 2021 and hospitalization of patients with COVID-19

больше). Поскольку 96% от всех поступивших были госпитализированы в реанимацию, возникла необходимость увеличения количества реанимационных коек. Соответственно инфекционное отделение было сокращено до 40 коек, а число реанимационных коек увеличено до 92 в составе трех отделений (44, 14 и 34 койки). Помимо этого, для сортировки зараженных и незараженных пациентов открылось наблюдательное отделение на 4 койки и реанимация наблюдения на 3 койки.

В сентябре 2020 года общий реанимационный коечный фонд был расширен со 132 до 207 коек, что позволило увеличить реанимационную обеспеченность как инфекционного отделения, так и профильных отделений Института. В связи с новым всплеском заболеваемости COVID-19 21 мая 2021 года в Институте открылось четвертое реанимационное отделение для инфекционных пациентов на 6 койки. При этом, несмотря на постоянное увеличение коечного фонда, загруженность инфекционных реанимационных коек оставалась на уровне 89%.

**2. ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ГОСПИТАЛИЗИРОВАННЫХ ПАЦИЕНТОВ С COVID-19**

Всего за период с марта 2020 года по июнь 2021 года поступило 3365 пациентов с диагнозом «Коронавирусная инфекция COVID-19». Среди инфекционных пациентов Института в респираторной под-

Таблица 1

**Характеристики пациентов по методам респираторной поддержки**

Table 1

**Patient characteristics by respiratory support method**

Показатели	Число больных	Средний койко-день	Летальность, %	Медиана возраста (Q1; Q3)*, лет	Средний индекс коморбидности (без возраста)
Всего пролечено	3365	11,2	17,8	62 (49; 72)	3,3 (1,56)
Находились на ИВЛ	524	7,8	88	70 (61; 80)	6,03 (3,51)
Находились на НИВЛ	724	16	33,8	65 (56; 73,5)	4,12 (2,07)
Проходили лечение без респираторной поддержки	2329	9,6	3,2	59 (47; 69)	2,68 (1,13)

Примечания: \* — в круглых скобках указаны первая и третья квартили. ИВЛ — искусственная вентиляция легких; НИВЛ — неинвазивная искусственная вентиляция легких

Notes: \* — the first and third quartiles are indicated in parentheses. ИВЛ — mechanical ventilation; НИВЛ — non-invasive ventilation

держке с помощью ИВЛ нуждались 15,57% пациентов, а с помощью НИВЛ — 21,5%. Медиана возраста пролеченных при помощи НИВЛ оказалась статистически значимо выше на 6 лет, а на ИВЛ — на 11 лет по отношению к пролеченным без респираторной поддержки (критерий Манна–Уитни,  $p=2,2 \cdot 10^{-16}$ ). При общем среднем койко-дне 11,2 средний койко-день пациентов, находившихся на НИВЛ, составил 16 койко-дней, а на ИВЛ — 7,8 койко-дня (табл. 1).

Общая летальность пациентов составила 17,8%. Летальность пациентов, пролеченных без респираторной поддержки, составила 3,2%, летальность пациентов, находившихся на НИВЛ — 33,8% (критерий Фишера,  $p=2,2 \cdot 10^{-16}$ , статистически значимо в обоих случаях), а на ИВЛ — 88% (критерий Фишера,  $p=2,2 \cdot 10^{-16}$ ). Летальность пациентов, находившихся на ИВЛ, оказалась в 5 раз выше средней для инфекционных пациентов, а длительность пребывания в стационаре — на 38% короче.

Самый высокий индекс коморбидности отмечен у пациентов, которые находились на ИВЛ. По отношению к этой группе пациентов коэффициент коморбидности у пациентов, находящихся на НИВЛ, был ниже в 1,5 раза (статистически незначимо, критерий Пирсона,  $p=0,15$ ) и еще ниже, в 2,25 раза, он был у пациентов, проходивших лечение без респираторной поддержки (статистически незначимо, критерий Пирсона,  $p=0,09$ ).

Как видно из рис. 2, среди всех пациентов, поступивших в стационар с COVID-19, доля мужчин выше в возрастных группах от 18 до 50 лет, в то время как в возрастных группах от 50 лет и выше преобладает доля женщин. Медиана возраста выживших пациентов с COVID-19 составила 59 лет, у мужчин 57 и у женщин 62. Медиана возраста умерших пациентов 72 года, 70 у мужчин и 76 у женщин. Летальность от COVID-19 у мужчин в среднем была выше на 2% (разница статистически незначима, так как критерий Фишера показал  $p=0,1762$ ). При этом с возрастом у женщин летальность начинает превышать 10% с 70 лет (критерий Фишера,  $p=3,4 \cdot 10^{-8}$ ) и достигает максимума 40% в группе старше 90 лет. У мужчин летальность выше 10% начинается уже с 50 лет (критерий Фишера,  $p=0,001$ , статистически значимо) и достигает максимума в 57% в группе старше 90 лет (рис. 2).

В удовлетворительном состоянии поступило 1995 пациентов (летальность 0%), в состоянии средней тяжести — 577 пациентов (летальность 0%), в тяжелом состоянии — 306 пациентов (летальность 64%), в крайне тяжелом — 484 пациентов (летальность 99%). Таким образом, у пациентов с более высокой степенью тяжести при поступлении летальность оказалась выше по сравнению с предыдущей группой тяжести. С 0%

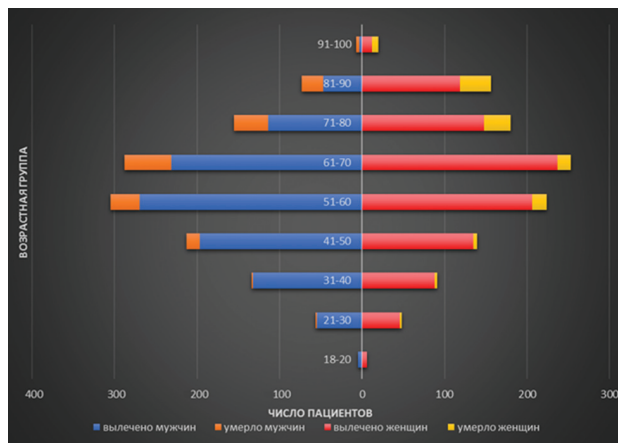


Рис. 2. Распределение пролеченных пациентов по полу, возрасту и исходу  
 Fig. 2. Distribution of treated patients by gender, age and outcome. The columns show the absolute numbers of age-sex groups

она статистически значимо и монотонно возрастает до 99% (критерий Пирсона,  $p=2,2 \cdot 10^{-16}$ , статистически значимо). У 3 человек состояние не было указано.

Были изучены распределения длительности непрерывного пребывания на ИВЛ/НИВЛ. Гистограммы распределения времени нахождения в логарифмической шкале представлены на рис. 3. Проверка вида распределений показала, что эти периоды подчиняются экспоненциальному распределению без учета особых случаев пациентов, пролежавших слишком долго (например, 72 койко-дня на ИВЛ при среднем койко-дне, равном 8). Критерий согласия Пирсона показал  $p$  на уровне 0,99 для распределения длительности нахождения на ИВЛ и  $p$  на уровне 0,103 для распределения времени нахождения на НИВЛ. Однако распределение длительности пребывания в Институте без респираторной поддержки не выявило конкретного типа ( $p$  критерия согласия Пирсона  $2 \cdot 10^{-129}$ , статистически значимо). На графике длительности пребывания без респираторной поддержки (рис. 3С) видно, что до 6-го дня идет «провал», то есть пациенты чаще всего проходят лечение без поддержки не менее 5 дней подряд, и не выписываются до этого момента.

Перечень заболеваний, отобранных нами для вычисления индекса коморбидности, с баллами, частотой встречаемости у пациентов и летальностью приведен в табл. 2. Как видно из таблицы, наиболее часто встречаемые сопутствующее заболевания — инфаркт миокарда (28,4%), диабет (20,4%) и болезнь почек (15,5%). Также следует отметить высокий про-

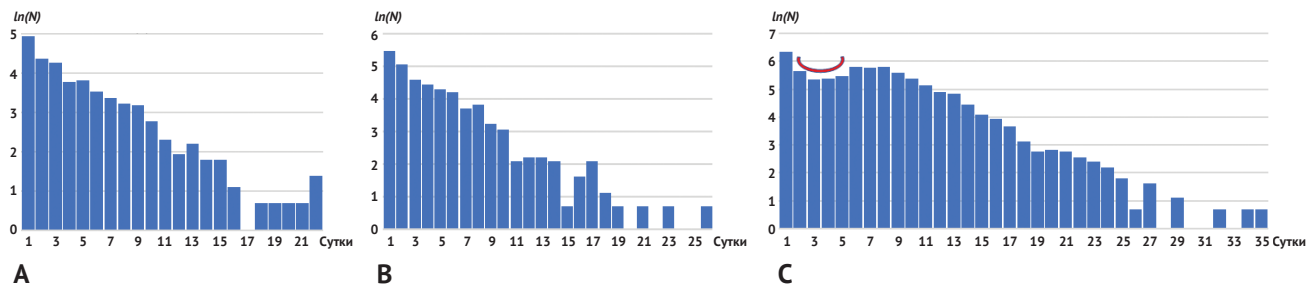


Рис. 3. Логарифм распределения нахождения пациентов в стационаре: А — на искусственной вентиляции легких; В — на неинвазивной искусственной вентиляции легких; С — без респираторной поддержки  
 Fig. 3. Logarithmic distribution of the duration of patient stay in the hospital: А — on mechanical ventilation; В — on non-invasive ventilation; С — without respiratory support

Таблица 2

**Заболевания, входящие в индекс коморбидности**

Table 2

**Diseases included in the Comorbidity Index**

Заболевание	Балл	Встречаемость	Доля от госпитализированных, %	Летальность, %
Инфаркт миокарда	1	955	28,4	38,4
Хроническая сердечная недостаточность	1	37	1,1	48,6
Цереброваскулярные заболевания	1	385	11,4	34,2
Диабет	1	686	20,4	23,9
Деменция	1	35	1,0	37,1
Гемиплегия, паралич	2	2	0,1	50
Поражения соединительной ткани	1	39	1,2	25,6
Язва	1	305	9,1	25,2
Хроническая обструктивная болезнь легких	1	442	13,1	60,9
Любая опухоль	2	184	5,5	30,4
Метастатическая опухоль	6	41	1,2	51,2
Болезни печени	2	341	10,1	55,1
Болезни почек	2	522	15,5	52,3
Болезнь периферических сосудов	1	28	0,8	10,7
Нет сопутствующих хронических заболеваний	–	1409	41,9	3,8

цент пациентов, не имеющих заболеваний из списка Чарлсон — 41,9%.

Индекс коморбидности включает большинство заболеваний, связанных с тяжелыми случаями COVID-19. График выживаемости госпитализированных пациентов с COVID-19 в течение 30 дней нахождения в стационаре, построенный по методу Каплана–Мейера, показывает, что пациенты с высоким индексом сопутствующей патологии, как правило, дольше остаются в больнице. Выживаемость пациентов с индексом 0 или 1 составляет 95%, и чем выше индекс, тем ниже становятся показатели выживаемости, вплоть до 14% (рис. 4).

Также индекс коморбидности согласуется с применением методов респираторной поддержки. На рис. 5 видно, что в группах пациентов с индексом 0 доля пациентов, пролеченных при помощи ИВЛ, составляет 3,5%, и чем выше индекс, тем эта доля равномерно повышается до 55,6% (критерий Пирсона,  $2,2 \cdot 10^{-16}$ ). Доля пациентов, пролеченных без применения методов респираторной поддержки, снижается с 84,5% в группе пациентов с индексом 0 до 22,2% в группах пациентов с индексом выше 15.

**ОБСУЖДЕНИЕ**

Несмотря на первоначальные трудности при определении коечного фонда, к началу второй волны заражения COVID-19 заблаговременное повышение числа инфекционных реанимационных коек помогло избежать их перегруза и обеспечить поступившим оказание качественной медицинской помощи. Такое расширение позволило увеличить реанимационную обеспеченность инфекционного корпуса, что оказалось важным в связи с высоким влиянием, которое реанимационная обеспеченность оказывает на снижение летальности [15]. В начале изучаемого периода соотношение реанимационного и госпитального инфекционных коечных фондов как 22/80 не оправдало себя, тогда как использование соотношения 92/40 оказалось более эффективным и соответствующим ситуации. Таким образом, при эпидемии инфекцион-

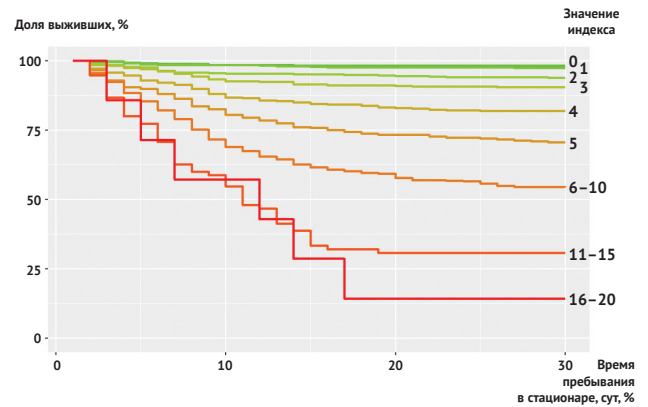


Рис. 4. Кривые дожития пациентов за 30 дней пребывания в стационаре в зависимости от индекса коморбидности  
Fig. 4. Patient survival curves for 30 days of hospital stay depending on the Comorbidity Index

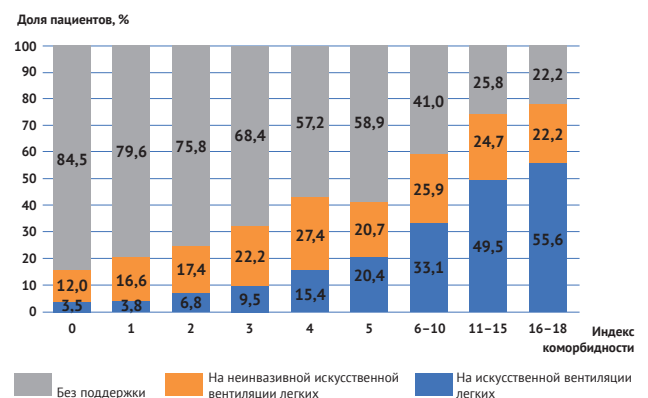


Рис. 5. Распределение долей пациентов, пролеченных в стационаре, по методам респираторной поддержки в зависимости от индекса коморбидности  
Fig. 5. Distribution of patients treated in hospital by methods of respiratory support depending on the Comorbidity Index

ного заболевания первоочередное значение приобретает реанимационный коечный фонд, так как именно его емкость определяет качество оказания медицинской помощи.

При этом, несмотря на постоянное увеличение коечного фонда, загруженность инфекционных реанимационных коек оставалась на уровне 89%. Это превышает нормативные показатели, установленные Министерством Здравоохранения Российской Федерации 18 марта 2014 года, которые, в связи с санитарной обработкой койки при смене пациентов, определяют оптимальную работу койки 320 дней из 365 в году, то есть 87% [16]. Однако большинство обзоров использования реанимационного коечного фонда рекомендует не превышать оптимальные показатели в 70–75% [17]. Такой уровень необходим для наличия запаса коек при внезапном скачке объемов госпитализации или чрезвычайной ситуации.

Поступление пациентов в инфекционный стационар свидетельствует о тяжелом течении заболевания COVID-19, однако госпитализация пациента при как можно более удовлетворительном состоянии позволяет избежать неблагоприятного исхода.

Люди старше 60 лет входят в группу риска смертельного исхода при COVID-19.

Индекс коморбидности продемонстрировал адекватную оценку тяжести течения COVID-19. Исследование показало, что коморбидные заболевания пациентов, так же, как и старший возраст, увеличивают вероятность развития дыхательной недостаточности и смертельного исхода. Однако индекс коморбидности Чарлсон может недостаточно хорошо соответствовать течению COVID-19. В нашем исследовании показатели летальности от хронических заболеваний легких у пациентов с COVID-19 оказались самыми высокими, однако балл этой патологии для индекса равен 1. С другой стороны, показатели летальности от опухолей ниже, чем для инфаркта миокарда, цереброваскулярного заболевания или застойной сердечной недостаточности, но опухоли имеют балл 2, в то время как перечисленные заболевания имеют балл 1. Возможно, следует предложить новый индекс коморбидности специально для инфекционных заболеваний, основанный на дисфункциях эндотелия [18]. Помимо изменения баллов заболеваний возможно также учитывать пол пациента, так как у мужчин наблюдается недостаточная активация иммунной системы и, вследствие этого, большая вероятность смертельного исхода [19].

Летальность пациентов, находившихся на НИВЛ, оказалась в 11 раз выше, а на ИВЛ — в 28 раз выше, чем у пациентов с сохранением самостоятельного дыхания. Таким образом, необходимость в респираторной поддержке для пациента свидетельствует о тяжести его состояния.

Можно предложить метод определения необходимого объема инфекционного коечного фонда в период эпидемии. Предварительную оценку доли населения, которой необходима скорейшая госпитализация в инфекционный стационар, возможно проводить на основе распределения коморбидных заболеваний по половозрастным группам популяции, а необходимое

количество медицинских ресурсов должно определяться преимущественно реанимационным коечным фондом на уровне не выше 90% возможной загруженности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Своевременное развертывание необходимого числа инфекционных реанимационных коек в период пандемии крайне важно для наибольшего обеспечения населения необходимой медицинской помощью. При этом для определения размеров госпитального и реанимационного коечного фонда возможно использовать легкодоступные оценки доли населения, находящегося в зоне риска неблагоприятного исхода при инфекционном заболевании, основанные на значении индекса коморбидности.

## ВЫВОДЫ

1. В начале эпидемии при соотношении госпитального и реанимационного коечного фонда как 4/1 наблюдались перегруз реанимационного коечного фонда до 116% и недогруз госпитального с его заполнением только до 66%. Среднее число поступлений было ограничено до 5 человек в день. С изменением этого соотношения до 1/2 среднее число поступлений увеличилось до 13 человек в день.

2. Изменение соотношения госпитального и реанимационного коечного фонда надо проводить до момента наступления перегруза одного из отделений и недогруза другого. Своевременное увеличение реанимационной обеспеченности инфекционного коечного фонда позволяет избежать его перегруза при увеличении количества пролеченных.

3. В зависимости от тяжести состояния пациента при поступлении меняется риск наступления смертельного исхода. При поступлении пациента в удовлетворительном состоянии или при средней тяжести летальность равняется нулю, в то время как при тяжелом и крайне тяжелом состоянии она составляет 64% и 99% соответственно. Это показывает важность госпитализации инфицированных COVID-19 еще до проявления серьезных симптомов.

4. С увеличением возраста пациента вероятность смертельного исхода возрастает со скоростью выше линейной, при этом для мужчин в среднем летальность от COVID-19 выше, чем для женщин (19% и 17% соответственно). При сочетании новой коронавирусной инфекции с хроническими заболеваниями вероятность смертельного исхода повышается с 3,8 до 60,9%, а в зависимости от профиля хронического заболевания природой летальности различается.

5. Высокие значения индекса коморбидности Чарлсон соответствуют более частому применению искусственной вентиляции легких (до 55,6% при индексе выше 15) и более частому смертельному исходу (до 86% при индексе выше 15).

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Clerkin KJ, Fried JA, Raikhelkar J, Sayer G, Griffin JM, Masoumi A, et al. COVID-19 and cardiovascular disease. *Circulation*. 2020;141(20):1648–1655. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046941> PMID: 32200663
- Li X, Ma X. Acute respiratory failure in COVID-19: is it “typical” ARDS? *Crit Care*. 2020;24(1):198. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02911-9> PMID: 32375845
- Wahlster S, Sharma M, Lewis AK, Patel PV, Hartog CS, Jannotta G, et al. The coronavirus disease 2019 pandemic's effect on critical care resources and health-care providers: a global survey. *Chest*. 2021;159(2):619–633. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.09.070> PMID: 32926870
- Авдеев С.Н., Царева Н.А., Мержоева З.М., Трушенко Н.В., Ярощеккий А.И. Практические рекомендации по кислородотерапии и респираторной поддержке пациентов с COVID-19 на дореанимационном этапе. *Пульмонология*. 2020;30(2):151–163. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2020-30-2-151-163>
- Зайцев А.А., Чернов С.А., Крюков Е.В., Голухова Е.З., Рыбка М.М. Практический опыт ведения пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 в стационаре (предварительные итоги и рекомендации). *Лечащий врач*. 2020;(6):74–79. <https://doi.org/10.26295/OS.2020.41.94.014>

6. Giammaria D, Pajewski A. Can early treatment of patients with risk factors contribute to managing the COVID-19 pandemic? *J Glob Health*. 2020;10(1):010377. <https://doi.org/10.7189/jogh.10.010377> PMID: 32582439
7. Kim PS, Read SW, Fauci AS. Therapy for early COVID-19: a critical need. *JAMA*. 2020;324(21):2149–2150. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.22813> PMID: 33175121
8. Sun Q, Qiu H, Huang M, Yang Y. Lower mortality of COVID-19 by early recognition and intervention: experience from Jiangsu Province. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):33. <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00650-2> PMID: 32189136
9. Million M, Lagier JC, Gautret P, Colson P, Fournier PE, Amrane S, et al. Early treatment of COVID-19 patients with hydroxychloroquine and azithromycin: A retrospective analysis of 1061 cases in Marseille, France. *Travel Med Infect Dis*. 2020;35:101738. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101738> PMID: 32387409
10. Arslan Y, Yilmaz G, Dogan D, Hasirci M, Cetindogan H, Ocal N, et al. The effectiveness of early anticoagulant treatment in Covid-19 patients. *Phlebology*. 2021;36(5):384–391. <https://doi.org/10.1177/0268355520975595> PMID: 33243082
11. Петриков С.С., Тыров И.А., Перминов А.Ю., Фоменко Н.С. Организационно-информационная поддержка процессов лечения пациентов с COVID-19 в многопрофильном скорпомощном стационаре. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2020;9(3):308–313. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-3-308-313>
12. Wang X, Fang X, Cai Z, Wu X, Gao X, Min J, et al. Comorbid chronic diseases and acute organ injuries are strongly correlated with disease severity and mortality among COVID-19 patients: a systemic review and meta-analysis. *Research (Wash DC)*. 2020;2020:2402961. <https://doi.org/10.34133/2020/2402961> eCollection 2020. PMID: 32377638
13. Молочков А.В., Каратеев Д.Е., Огнева Е.Ю., Зулькарнаев А.Б., Лучихина Е.Л., Макарова И.В. и др. Коморбидные заболевания и прогнозирование исхода COVID-19: результаты наблюдения 13 585 больных, находившихся на стационарном лечении в больницах Московской области. *Альманах клинической медицины*. 2020;48(S1):1–10. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2020-48-040>
14. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis*. 1987;40(5):373–383. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(87\)90171-8](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90171-8) PMID: 3558716
15. Карасев Н.А., Ермолов А.С., Турко А.П., Курилин Б.Л., Кислухина Е.В. Влияние реанимационной обеспеченности на результаты лечения острой хирургической патологии органов брюшной полости в многопрофильных больницах г. Москвы. *Московский хирургический журнал*. 2012;(1):48–54.
16. Методические рекомендации по расчету потребности субъектов Российской Федерации в медицинских кадрах на 2014 год. Письмо Министерства здравоохранения Российской Федерации от 18 марта 2014 года N 16-0/10/2-1796. Москва; 2014.
17. Tierney LT, Conroy KM. Optimal occupancy in the ICU: a literature review. *Aust Crit Care*. 2014;27(2):77–84. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2013.11.003> PMID: 24373914
18. Sardu C, Gambardella J, Morelli MB, Wang X, Marfella R, Santulli G. Hypertension, thrombosis, kidney failure, and diabetes: is COVID-19 an endothelial disease? A comprehensive evaluation of clinical and basic evidence. *J Clin Med*. 2020;9(5):1417. <https://doi.org/10.3390/jcm9051417> PMID: 32403217
19. Scully EP, Haverfield J, Ursin RL, Tannenbaum C, Klein SL. Considering how biological sex impacts immune responses and COVID-19 outcomes. *Nat Rev Immunol*. 2020;20(7):442–447. <https://doi.org/10.1038/s41577-020-0348-8> PMID: 32528136

## REFERENCES

1. Clerkin KJ, Fried JA, Raikhelkar J, Sayer G, Griffin JM, Masoumi A, et al. COVID-19 and cardiovascular disease. *Circulation*. 2020;141(20):1648–1655. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046941> PMID: 32200663
2. Li X, Ma X. Acute respiratory failure in COVID-19: is it “typical” ARDS? *Crit Care*. 2020;24(1):198. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02911-9> PMID: 32375845
3. Wahlster S, Sharma M, Lewis AK, Patel PV, Hartog CS, Jannotta G, et al. The coronavirus disease 2019 pandemic’s effect on critical care resources and health-care providers: a global survey. *Chest*. 2021;159(2):619–633. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.09.070> PMID: 32926870
4. Avdeev SN, Tsareva NN, Merzhoeva ZM, Trushenko NV, Yaroshetskiy AI. Practical guidance for oxygen treatment and respiratory support of patients with COVID-19 infection before admission to intensive care unit. *Pulmonologiya*. 2020;30(2):151–163. (In Russ.) <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2020-30-2-151-163>
5. Zaytsev AA, Chernov SA, Kryukov EV, Golukhova EZ, Rybka MM. Practical experience of managing patients with new coronavirus infection COVID-19 in hospital (preliminary results and guidelines). *Lechaschi Vrach*. 2020;(6):74–79. (In Russ.) <https://doi.org/10.26295/OS.2020.41.94.014>
6. Giammaria D, Pajewski A. Can early treatment of patients with risk factors contribute to managing the COVID-19 pandemic? *J Glob Health*. 2020;10(1):010377. <https://doi.org/10.7189/jogh.10.010377> PMID: 32582439
7. Kim PS, Read SW, Fauci AS. Therapy for early COVID-19: a critical need. *JAMA*. 2020;324(21):2149–2150. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.22813> PMID: 33175121
8. Sun Q, Qiu H, Huang M, Yang Y. Lower mortality of COVID-19 by early recognition and intervention: experience from Jiangsu Province. *Ann Intensive Care*. 2020;10(1):33. <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00650-2> PMID: 32189136
9. Million M, Lagier JC, Gautret P, Colson P, Fournier PE, Amrane S, et al. Early treatment of COVID-19 patients with hydroxychloroquine and azithromycin: A retrospective analysis of 1061 cases in Marseille, France. *Travel Med Infect Dis*. 2020;35:101738. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101738> PMID: 32387409
10. Arslan Y, Yilmaz G, Dogan D, Hasirci M, Cetindogan H, Ocal N, et al. The effectiveness of early anticoagulant treatment in Covid-19 patients. *Phlebology*. 2021;36(5):384–391. <https://doi.org/10.1177/0268355520975595> PMID: 33243082
11. Petrikov SS, Tyrov IA, Perminov AY, Fomenko NS. Organizational and Informational Support for the Treatment of Patients With COVID-19 in a Multidisciplinary Emergency Hospital. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care*. 2020;9(3):308–313. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-3-308-313>
12. Wang X, Fang X, Cai Z, Wu X, Gao X, Min J, et al. Comorbid chronic diseases and acute organ injuries are strongly correlated with disease severity and mortality among COVID-19 patients: a systemic review and meta-analysis. *Research (Wash DC)*. 2020;2020:2402961. <https://doi.org/10.34133/2020/2402961> eCollection 2020. PMID: 32377638
13. Molochkov AV, Karateev DE, Oгнева EY, Zulkarnaev AB, Luchikhina EL, Makarova IV, et al. Comorbidities and predicting the outcome of COVID-19: the treatment results of 13,585 patients hospitalized in the Moscow Region. *Almanac of Clinical Medicine*. 2020;48:1–10. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2020-48-040>
14. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis*. 1987;40(5):373–383. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(87\)90171-8](https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90171-8) PMID: 3558716
15. Karasev NA, Ermolov AS, Turko AP, Kurilin BL, Kislukhina EV. Vliyanie reanimatsionnoy obespechenosti na rezul’taty lecheniya ostroy khirurgicheskoy patologii organov bryushnoy polosti v mnogoprofil’nykh bol’nitsakh g. Moskvy. *Moscow Surgical Journal*. 2012;(1):48–54. (In Russ.).
16. *Metodicheskie rekomendatsii po raschetu potrebnosti sub’ektov Rossiyskoy Federatsii v meditsinskikh kadrakh na 2014 god. Pis’mo Ministerstva zdravookhraneniya Rossiyskoy Federatsii ot 18 marta 2014 goda N 16-0/10/2-1796*. Moscow; 2014. (In Russ.).
17. Tierney LT, Conroy KM. Optimal occupancy in the ICU: a literature review. *Aust Crit Care*. 2014;27(2):77–84. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2013.11.003> PMID: 24373914
18. Sardu C, Gambardella J, Morelli MB, Wang X, Marfella R, Santulli G. Hypertension, thrombosis, kidney failure, and diabetes: is COVID-19 an endothelial disease? A comprehensive evaluation of clinical and basic evidence. *J Clin Med*. 2020;9(5):1417. <https://doi.org/10.3390/jcm9051417> PMID: 32403217
19. Scully EP, Haverfield J, Ursin RL, Tannenbaum C, Klein SL. Considering how biological sex impacts immune responses and COVID-19 outcomes. *Nat Rev Immunol*. 2020;20(7):442–447. <https://doi.org/10.1038/s41577-020-0348-8> PMID: 32528136

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Киселевская-Бабина Виктория Ярославовна**

младший научный сотрудник лаборатории АСУ ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; <https://orcid.org/0000-0002-9057-2162>, [kiselevskayavy@sklif.mos.ru](mailto:kiselevskayavy@sklif.mos.ru); 30%: идея, сбор и обработка материала, написание текста

- Попугаев Константин Александрович** доктор медицинских наук, заместитель директора – руководитель регионального сосудистого центра ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;  
<https://orcid.org/0000-0002-6240-820X>, [popugaevka@sklif.mos.ru](mailto:popugaevka@sklif.mos.ru);  
 27%: идея, анализ результатов, написание текста
- Молодов Валентин Альбертович** заведующий лабораторией АСУ ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;  
<https://orcid.org/0000-0002-1212-8074>, [molodovva@sklif.mos.ru](mailto:molodovva@sklif.mos.ru);  
 23%: анализ результатов, написание текста
- Киселевская-Бабина Ирина Викторовна** младший научный сотрудник лаборатории АСУ ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;  
<https://orcid.org/0000-0003-4474-4469>, [kiselevskayaiv@sklif.mos.ru](mailto:kiselevskayaiv@sklif.mos.ru);  
 20%: сбор и обработка материала, обработка материала, написание текста

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов**

## The Use of Infectious Diseases Hospital Resources During the COVID-19 Epidemic Depending on Patient Characteristics

**V.Ya. Kiselevskaya-Babinina** ✉, **K.A. Popugaev**, **V.A. Molodov**, **I.V. Kiselevskaya-Babinina**

Laboratory of Automated Control System for the Diagnostic and Treatment Process

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

3, Bolshaya Sukharevskaya Sq., 129090, Moscow, Russian Federation

✉ **Contacts:** Victoria Ya. Kiselevskaya-Babinina, Junior Researcher, Laboratory of Automated Control System for the Diagnostic and Treatment Process, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine. Email: [kiselevskayavy@sklif.mos.ru](mailto:kiselevskayavy@sklif.mos.ru)

**BACKGROUND** The research of infectious hospital bed use and infectious patients' characteristics during the COVID-19 pandemic allows proposing effective management strategies for possible future epidemics.

**AIM OF STUDY** The analysis of infectious bed fund use at the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (the Institute) and the characteristics of admitted patients with COVID-19 in order to determine the factors that are important for improving the medical care provision.

**MATERIAL AND METHODS** The data of 3365 patients treated at the Institute from March 2020 to June 2021 was used. Among them 1778 males, median age 62, average length of stay 11.2, mortality rates 17.8%, non-invasive mechanical ventilation was used for 21.5% of patients, invasive one – for 16%. For comparing the patients according to various characteristics, Fisher's exact test and Pearson's correlation coefficient were used. Length of stay was compared to exponential distribution using Pearson's chi-squared test. Comorbidity was measured using the Charlson Comorbidity Index. For all calculations R software environment was used. Survival curves were obtained via the Kaplan-Meier method. Statistical significance was less than 0.05.

**RESULTS** Periods of increase and decrease in hospitalization number correspond to an increase and decrease in the detection of COVID-19 cases in Moscow without lag. Intensive care for COVID-19 patients was needed in 96% of cases, readmissions to intensive care – 37%. The effective ratio of intensive care to hospital beds was determined to be higher than 2/1. The improvement in resuscitation capacity helps to avoid overload with an increase in the number of patients treated. When a patient is admitted in satisfactory condition, mortality is practically zero, while with increasing severity, mortality reaches 30–100%. The mortality rates of patients treated with the help of respiratory support is 7–40 times higher than in patients with spontaneous breathing. Higher values of the Charlson Comorbidity Index correspond to increased risks of severe course and death for patients.

**CONCLUSION** When providing medical care during the increase in number of infectious disease daily cases, the amount of deployed intensive care units becomes of a paramount importance. To determine the size of the bed fund, it is possible to use readily available estimates of the proportion of the population at risk of an adverse outcome from an infectious disease, based on the value of the Comorbidity Index.

**Keywords:** COVID-19, infectious bed capacity, intensive care units, respiratory support, Charlson Comorbidity Index

**For citation** Kiselevskaya-Babinina VYa, Popugaev KA, Molodov VA, Kiselevskaya-Babinina IV. The Use of Infectious Diseases Hospital Resources During the COVID-19 Epidemic Depending on Patient Characteristics. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2023;12(3):481-488. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-3-481-488> (in Russ.)

**Conflict of interest** Authors declare lack of the conflicts of interests

**Acknowledgments, sponsorship** The study has no sponsorship

### Affiliations

- Victoria Ya. Kiselevskaya-Babinina Junior Researcher, Laboratory of Automated Control System for the Diagnostic and Treatment Process, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;  
<https://orcid.org/0000-0002-9057-2162>, [kiselevskayavy@sklif.mos.ru](mailto:kiselevskayavy@sklif.mos.ru);  
 25%, idea, collecting and processing of the material, text writing
- Konstantin A. Popugaev Doctor of Medical Sciences, Deputy Director – Head of the Regional Vascular Center, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;  
<https://orcid.org/0000-0002-6240-820X>, [popugaevka@sklif.mos.ru](mailto:popugaevka@sklif.mos.ru);  
 25%, idea, analysis of the results, text writing
- Valentin A. Molodov Head, Laboratory of Automated Control System for the Diagnostic and Treatment Process, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;  
<https://orcid.org/0000-0002-1212-8074>, [molodovva@sklif.mos.ru](mailto:molodovva@sklif.mos.ru);  
 25%, analysis of the results, text writing
- Irina V. Kiselevskaya-Babinina Junior Researcher, Laboratory of Automated Control System for the Diagnostic and Treatment Process, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine;  
<https://orcid.org/0000-0003-4474-4469>, [kiselevskayaiv@sklif.mos.ru](mailto:kiselevskayaiv@sklif.mos.ru);  
 25%, collecting and processing of the material, text writing

Received on 07.06.2022

Review completed on 05.08.2022

Accepted on 27.06.2023

Поступила в редакцию 07.06.2022

Рецензирование завершено 05.08.2022

Принята к печати 27.06.2023